

中国职业技术教育学会科研项目优秀成果

The Excellent Achievements in Scientific Research Project of The Chinese Society Vocational and Technical Education

高等职业教育数控技术专业“双证课程”培养方案规划教材



# 模具设计 与制造

高等职业技术教育研究会 审定

杨占尧 主编

邓晓阳 王秀红 副主编

Design & Manufacture  
of Dies & Moulds

- ◆ 综合模具专业课程相关知识
- ◆ 冲压模与塑料模自成体系
- ◆ 紧扣生产实际，注重技能培养

 人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

# 中国职业技术教育学会科研项目优秀成果

The Excellent Achievements in Scientific Research Project of The Chinese Society Vocational and Technical Education

高等职业教育数控技术专业“双证课程”培养方案规划教材



# 模具设计与制造

高等职业技术教育研究会 审定

杨占尧 主编

邓晓阳 王秀红 副主编

Design & Manufacture  
of Dies & Moulds

人民邮电出版社  
样书  
专用章

人民邮电出版社

北京

## 图书在版编目(CIP)数据

模具设计与制造 / 杨占尧主编. —北京: 人民邮电出版社, 2009. 4

中国职业技术教育学会科研项目优秀成果  
ISBN 978-7-115-19555-5

I. 模… II. 杨… III. ①模具—设计—高等学校: 技术学校—教材②模具—制造—高等学校: 技术学校—教材  
IV. TG76

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第008366号

## 内 容 提 要

本书是高职高专院校机械类非模具专业学生学习模具知识的综合性教材, 内容通俗实用, 紧扣生产实际, 与应用型人才培养目标相吻合。

本书涵盖了模具设计与制造相关技术的主要内容, 分为上、下两篇, 上篇重点介绍了塑料成型基础, 塑料注射模、压缩模、压注模、挤出模设计和塑料注射模制造与装配方法; 下篇重点介绍了冲压工艺基础、冲裁工艺与模具设计、弯曲工艺与模具设计、拉深工艺与模具设计、其他冲压工艺与模具以及冲压模具制造与装配。

本书可作为高职高专机械类非模具专业模具课程教学和模具技术培训用书, 也可供相关工程技术人员参考。

中国职业技术教育学会科研项目优秀成果

高等职业教育数控技术专业“双证课程”培养方案规划教材

### 模具设计与制造

◆ 审 定 高等职业技术教育研究会

主 编 杨占尧

副 主 编 邓晓阳 王秀红

责任编辑 李育民

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

三河市海波印务有限公司印刷

◆ 开本: 1787×1092 1/16

印张: 19

字数: 467千字

印数: 1—3000册

2009年4月第1版

2009年4月河北第1次印刷

ISBN 978-7-115-19555-5/TN

定价: 32.00元

读者服务热线: (010) 67170985 印装质量热线: (010) 67129223

反盗版热线: (010) 67171154

职业教育与职业资格证书推进策略与  
“双证课程”的研究与实践课题组

组 长：

俞克新

副组长：

李维利 张宝忠 许 远 潘春燕

成 员：

林 平 周 虹 钟 健 赵 宇 李秀忠 冯建东 散晓燕 安宗权  
黄军辉 赵 波 邓晓阳 牛宝林 吴新佳 韩志国 周明虎 顾 晔  
吴晓苏 赵慧君 潘新文 李育民

课题鉴定专家：

李怀康 邓泽民 吕景泉 陈 敏 于洪文

# 高等职业教育数控技术专业“双证课程”

## 培养方案规划教材编委会

主任：周虹

副主任：牛宝林 吴新佳

委员：朱强 霍苏萍 周玮 周兰 贾俊良 陈万利 杨占尧  
郑金 李辉 赵宏立 华满香 周建安 林宗良 金英姬 黄义俊  
董小金 戴晓东 牛荣华 冯锦春 刘岩 赵仕元 张雪梅 申晓龙  
任成高 余慰荔 周旭光 苏玮 刘宏 吕永峰 王雁彬 邵萍  
郭宏彦 何全陆 张念淮 姜庆华

### 审稿委员会

主任：魏东坡

副主任：张鑫 王德发 熊江

委员：米久贵 卜燕萍 徐立娟 陈忠平 庄军 谭毅 谢响明  
汤长清 高荣林 卜新民 罗澄清 王德山 栾敏 谢伟东 李学  
印成清 李加升 李锐敏 姬红旭 徐国洪 张国锋 陈孝先 夏光蔚  
李燕林 刘一兵 田培成 刘勇 冯光林 魏仕华 曹淑联 孙振强  
山颖 白福民 吕修海 王达斌 周林 王军红 邓剑锋 杨国生  
周信安 叶立清 雷云进 谷长峰 向东 葛序风 李建平 刘战术  
肖允鑫 李丹 张光跃 陈玉平 林长青 王玉梅 戴晓光 罗正斌  
刘晓军 张秀玲 袁小平 李宏 张凤军 孙建香 陈晓罗 肖龙  
何谦 周玮 张瑞林 潘爱民

## 丛书出版前言

职业教育是现代国民教育体系的重要组成部分，在实施科教兴国战略和人才强国战略中具有特殊的重要地位。党中央、国务院高度重视发展职业教育，提出要全面贯彻党的教育方针，以服务为宗旨，以就业为导向，走产学结合的发展道路，为社会主义现代化建设培养千百万高素质技能型专门人才。因此，以就业为导向是我国职业教育今后发展的主旋律。推行“双证制度”是落实职业教育“就业导向”的一个重要措施，教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》（教高〔2006〕16号）中也明确提出，要推行“双证书”制度，强化学生职业能力的培养，使有职业资格证书专业的毕业生取得“双证书”。但是，由于基于双证书的专业解决方案、课程资源匮乏，双证书课程不能融入教学计划，或者现有的教学计划还不能按照职业能力形成系统化的课程，因此，“双证书”制度的推行遇到了一定的困难。

为配合各高职院校积极实施双证书制度工作，推进示范校建设，中国高等职业技术教育研究会和人民邮电出版社在广泛调研的基础上，联合向中国职业技术教育学会申报了职业教育与职业资格证书推进策略与“双证课程”的研究与实践课题（中国职业技术教育学会科研规划项目，立项编号 225753）。此课题拟将职业教育的专业人才培养方案与职业资格认证紧密结合起来，使每个专业课程设置嵌入一个对应的证书，拟为一般高职院校提供一个可以参照的“双证课程”专业人才培养方案。该课题研究的对象包括数控加工操作、数控设备维修、模具设计与制造、机电一体化技术、汽车制造与装配技术、汽车检测与维修技术等多个专业。

该课题由教育部的权威专家牵头，邀请了中国职教界、人力资源和社会保障部及有关行业的专家，以及全国 50 多所高职高专机电类专业教学改革领先的学校，一起进行课题研究，目前已召开多次研讨会，将课题涉及的每个专业的人才培养方案按照“专业人才定位—对应职业资格证书—职业标准解读与工作过程分析—专业核心技能—专业人才培养方案—课程开发方案”的过程开发。即首先对各专业的工作岗位进行分析和分类，按照相应岗位职业资格证书的要求提取典型工作任务、典型产品或服务，进而分析得出专业核心技能、岗位核心技能，再将这些核心技能进行分解，进而推出各专业的专业核心课程与双证课程，最后开发出各专业的人才培养方案。

根据以上研究成果，课题组对专业课程对应的教材也做了全面系统的研究，拟开发的教材具有以下鲜明特色。

1. 注重专业整体策划。本套教材是根据课题的研究成果——专业人才培养方案开发的，每个专业各门课程的教材内容既相互独立，又有机衔接，整套教材具有一定的系统性与完整性。
2. 融通学历证书与职业资格证书。本套教材将各专业对应的职业资格证书的知识和能力要求都嵌入到各双证教材中，使学生在获得学历文凭的同时获得相关的国家职业资格证书。
3. 紧密结合当前教学改革趋势。本套教材紧扣教学改革的最新趋势，专业核心课程、双证

课程按照工作过程导向及项目教学的思路编写，较好地满足了当前各高职高专院校的需求。

为方便教学，我们免费为选用本套教材的老师提供相关专业的整体教学方案及相关教学资源。

经过近两年的课题研究与探索，本套教材终于正式出版了，我们希望通过本套教材，为各高职高专院校提供一个可实施的基于双证书的专业教学方案。也热切盼望各位关心高等职业教育的读者能够对本套教材的不当之处给予批评指正，提出修改意见，并积极与我们联系，共同探讨教学改革和教材编写等相关问题。来信请发至 [panchunyan@ptpress.com.cn](mailto:panchunyan@ptpress.com.cn)。

# 前 言

模具作为重要的生产工艺装备,在现代工业的规模生产中日益发挥着重大作用。通过模具进行产品生产具有优质、高效、节能、节材、成本低等显著特点,在汽车、机械、电子、轻工、家电、通信、军事和航空航天等领域获得了广泛应用,作用不可替代,模具被赞为“金钥匙”、“制造业之母”等。近年来,模具工业飞速发展,模具技术人才培养的要求和速度也在大幅度的提高,各级各类学校、专业培训机构都在进行模具人才的教育和培训,特别是有越来越多的具有一定机械基础的人员正在或将要从事模具工作,需要模具的专业知识,本书就是针对这一需要而编写的。

本书综合了模具设计与制造专业中“冲压工艺与模具设计”、“塑料成型工艺与模具设计”、“模具制造工艺学”和“冲压与塑压成形设备”等课程的主要内容,是高职高专院校机械类非模具专业学生学习模具知识的综合性教材。全书分为上、下两篇,形成模具知识完整体系的同时,塑料模与冲压模又自成体系,非常适合老师教学和学生学习的。

本书的参考学时为 64~90 学时,其中实践环节为 18~22 学时,各章的参考学时参见下面的学时分配表。

篇	章 节	课 程 内 容	学 时	
			讲 授	实 训
上篇 塑料模具设计与制造	绪 论		2	2
	第 1 章	塑料成型基础	2~4	2
	第 2 章	塑料注射模设计	8~10	2
	第 3 章	其他塑料成型模具设计	4~6	2
	第 4 章	塑料注射模具制造与装配	4~6	2
下篇 冲压模具设计与制造	第 5 章	冲压加工基础	3~5	2
	第 6 章	冲裁工艺与模具设计	8~10	2
	第 7 章	弯曲工艺与模具设计	4~6	2~4
	第 8 章	拉深工艺与模具设计	4~6	
	第 9 章	其他冲压工艺与模具	3~4	2
	第 10 章	冲压模具制造与装配	4~6	
课时总计			46~65	18~22

全书由河南机电高等专科学校杨占尧教授任主编,江西机电职业技术学院副教授邓晓阳、郑州航空工业管理学院王秀红副教授任副主编,并由杨占尧负责统稿。河南机电高等专科学校杨占尧、原红玲、于智宏、于汇咏,桂林工学院南宁分院廖月莹,焦作大学李玉中,郑州航空工业管理学院王秀红等参与了编写工作。本书在编写过程中得到了王学让、翟德梅等专家的大力支持和帮助,在此表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,希望广大师生提出宝贵意见。我们的联系方式是 E-mail:yangzhanyaoyzy@126.com。

编者  
2009年2月



# 目 录

绪论	1	1.6.4 注射机的技术参数	32
0.1 模具及其功能	1	1.6.5 注射机的型号规格表示法	33
0.2 模具分类及应用	2	1.7 注射模与注射机的关系	33
0.3 模具制造特点	3	1.7.1 型腔数量的确定和校核	34
0.4 模具加工方法	4	1.7.2 最大注射量校核	35
实训与练习	8	1.7.3 锁模力校核	35
		1.7.4 开模行程校核	35
		1.7.5 推顶装置校核	35
		1.7.6 模具在注射机上的安装 与固定尺寸校核	35
		实训与练习	36
上篇 塑料模具设计与制造		第 2 章 塑料注射模设计	38
第 1 章 塑料成型基础	10	2.1 注射模的工作原理与结构组成	38
1.1 塑料及其组成	10	2.1.1 注射模的工作原理	39
1.1.1 塑料的特点	10	2.1.2 注射模的结构组成	39
1.1.2 塑料的组成	11	2.2 注射模的典型结构	41
1.2 塑料的分类	13	2.2.1 单分型面注射模	41
1.2.1 按聚合物的热性能分类	13	2.2.2 双分型面注射模	41
1.2.2 按塑料的用途分类	13	2.2.3 带有侧向分型与抽芯机构 的注射模	42
1.3 塑料模的功用与分类	14	2.3 浇注系统设计	42
1.3.1 塑料模的功用	14	2.3.1 浇注系统的作用与组成	42
1.3.2 塑料模的分类	15	2.3.2 普通浇注系统设计	44
1.4 塑料模具材料及其选用	15	2.3.3 热流道浇注系统设计	49
1.4.1 塑料模成型零件材料要求	15	2.4 成型零部件设计	51
1.4.2 塑料模零件材料的选用	16	2.4.1 分型面的设计	51
1.5 塑料制件设计	18	2.4.2 注射模的排气	53
1.5.1 塑料制件设计的基本原则	18	2.4.3 成型零部件的结构设计	54
1.5.2 塑件的形状和结构设计	18	2.4.4 成型零部件工作尺寸的计算	57
1.5.3 螺纹塑件设计	24	2.4.5 成型零部件的壁厚计算	59
1.5.4 齿轮塑件设计	25	2.5 结构零部件设计	61
1.5.5 塑件的尺寸精度	26	2.5.1 导柱合模导向机构设计	61
1.6 注射机的基本结构与类型	29		
1.6.1 注射机的基本组成	30		
1.6.2 注射机的工作过程	30		
1.6.3 注射机的分类	31		

2.5.2	锥面对合导向机构	63	3.3.3	机头与挤出机的连接	107
2.5.3	标准模架	63	3.3.4	管材挤出成型机头	107
2.6	推出机构设计	65	3.3.5	棒材挤出成型机头	108
2.6.1	推出机构的驱动方式	65	3.3.6	薄膜挤出吹塑成型机头	109
2.6.2	推出力的计算	66		实训与练习	111
2.6.3	一次推出机构	66	<b>第4章</b>	<b>塑料注射模具制造与装配</b>	113
2.6.4	二次推出机构	70	4.1	塑料注射模具制造特点	113
2.6.5	浇注系统凝料的推出和 自动脱落	70	4.1.1	模具制造过程的基本要求	113
2.6.6	带螺纹塑件的脱模机构	72	4.1.2	模具制造过程	114
2.7	侧向分型与抽芯机构设计	73	4.2	塑料注射模具制造要点	118
2.7.1	斜导柱侧向分型与抽芯机构	73	4.2.1	模架制造要点	118
2.7.2	弯销侧向分型与抽芯机构	80	4.2.2	成型零件制造要点	119
2.7.3	斜导槽侧向分型与抽芯机构	80	4.2.3	模具辅助结构件制造要点	120
2.7.4	斜滑块侧向分型与抽芯机构	81	4.3	塑料注射模具典型零件加工	120
2.7.5	斜顶杆顶出抽芯机构	81	4.4	塑料注射模具的装配	122
2.7.6	液压或气压抽芯机构	82	4.4.1	塑料注射模具技术要求	122
2.7.7	手动分型抽芯机构	82	4.4.2	模具装配的工艺流程	123
2.7.8	齿轮齿条抽芯机构	83	4.4.3	模具的装配方法	123
2.8	温度调节系统设计	84	4.4.4	模具的装配要点	125
2.8.1	温度调节系统的功用	84	4.4.5	模具的组件装配	126
2.8.2	冷却系统设计	85	4.4.6	模具的总装	131
2.8.3	加热系统设计	88	4.4.7	模具的试模	133
	实训与练习	89		实训与练习	135
<b>第3章</b>	<b>其他塑料成型模具设计</b>	91		<b>下篇 冲压模具设计与制造</b>	
3.1	压缩模设计	91	<b>第5章</b>	<b>冲压加工基础</b>	138
3.1.1	压缩成型原理	91	5.1	冲压加工的分类、特点及应用	138
3.1.2	压缩模的典型结构及组成	92	5.1.1	冲压加工与冲压模具的概念	138
3.1.3	压缩模的分类	93	5.1.2	冲压加工的特点	138
3.1.4	压缩模的结构选用	95	5.1.3	冲压加工的基本工序	139
3.1.5	压缩模结构设计要点	96	5.2	板料塑性变形及其基本规律	140
3.2	压注模设计	98	5.2.1	金属塑性变形的基本概念	140
3.2.1	压注成型原理	98	5.2.2	应力—应变曲线	142
3.2.2	压注模的典型结构与组成	99	5.2.3	塑性变形体积不变定律	143
3.2.3	压注模的分类	101	5.2.4	塑性变形最小阻力定律	143
3.2.4	压注模结构设计要点	102	5.2.5	塑性条件	143
3.3	挤出模设计	105	5.2.6	应力与应变的关系	144
3.3.1	挤出成型原理	105	5.3	冲压常用材料	144
3.3.2	挤出成型的模具结构	106			

5.3.1 冲压加工对材料的要求	144	6.6 冲裁工艺设计	174
5.3.2 冲压加工常用材料及其力学性能	145	6.6.1 冲裁件的工艺性分析	175
5.3.3 冲压加工常用材料在图纸上的表示	146	6.6.2 冲裁工艺方案的确定	176
5.4 冲压模具常用材料	146	6.6.3 模具结构的设计	177
5.4.1 模具材料在模具工业中的地位	146	6.7 冲裁模的典型结构	178
5.4.2 冲模材料的选用原则	147	6.7.1 冲裁模的结构组成	178
5.4.3 冲模常用材料及热处理	147	6.7.2 冲裁模的典型结构	179
5.5 冲压设备与选用	149	6.8 冲裁模零部件设计	182
5.5.1 曲柄压力机	150	6.8.1 工作零部件设计	183
5.5.2 液压机	152	6.8.2 定位零件设计	188
实训与练习	155	6.8.3 卸料装置设计	191
<b>第6章 冲裁工艺与模具设计</b>	<b>156</b>	6.8.4 固定零件设计	194
6.1 冲裁变形过程及断面特征	157	6.8.5 模具的闭合高度	196
6.1.1 冲裁板料的变形过程	157	实训与练习	196
6.1.2 冲裁件的断面特征	158	<b>第7章 弯曲工艺与模具设计</b>	<b>198</b>
6.2 冲裁间隙	159	7.1 概述	198
6.2.1 合理间隙	159	7.2 弯曲变形过程及特点	199
6.2.2 合理间隙的确定	159	7.2.1 弯曲变形过程	199
6.2.3 合理间隙的选择原则	161	7.2.2 弯曲变形特点	199
6.3 凸、凹模刃口尺寸的计算	161	7.3 弯曲件质量分析	200
6.3.1 凸、凹模刃口尺寸的计算原则	161	7.3.1 弯裂	200
6.3.2 凸、凹模刃口尺寸的计算	162	7.3.2 弯曲回弹	202
6.4 冲裁工艺的计算	166	7.3.3 偏移	206
6.4.1 冲裁力的计算	166	7.4 弯曲件的工艺计算	207
6.4.2 降低冲裁力的方法	166	7.4.1 弯曲中性层位置的确定	207
6.4.3 卸料力、推件力和顶件力的计算	167	7.4.2 弯曲件展开长度的计算	208
6.4.4 压力机公称压力的确定	168	7.4.3 弯曲力计算	210
6.4.5 冲裁压力中心的计算	168	7.4.4 顶件力或压料力	211
6.5 工件的排样与搭边	169	7.4.5 压力机吨位的确定	211
6.5.1 排样原则	169	7.5 弯曲模的设计	211
6.5.2 排样方法	170	7.5.1 弯曲件的工艺性	211
6.5.3 搭边	171	7.5.2 弯曲模的结构设计	214
6.5.4 材料利用率的计算	174	7.5.3 弯曲模的工作部分设计	215
6.5.5 排样图	174	7.6 弯曲模的典型结构	218
		7.6.1 V形件弯曲模	218
		7.6.2 U形件弯曲模	219
		7.6.3 Z形件弯曲模	220
		7.6.4 L形件弯曲模	221
		7.6.5 圆形件弯曲模	222

7.6.6	铰链件弯曲模	222	9.3.1	胀形的变形特点	258
7.6.7	复合弯曲模	223	9.3.2	平板坯料的起伏成形	258
	实训与练习	223	9.3.3	空心坯料的胀形	260
<b>第 8 章</b>	<b>拉深工艺与模具设计</b>	225	9.4	缩口	262
8.1	概述	225	9.4.1	缩口变形程度和变形特点	262
8.2	圆筒形件拉深工艺分析	226	9.4.2	缩口工艺计算	263
8.2.1	拉深变形过程及特点	226	9.4.3	缩口模具结构	265
8.2.2	拉深过程中的应力与应变	228	9.5	硬质合金模	265
8.2.3	拉深过程中的起皱与破裂	229	9.5.1	硬质合金模具的特点	265
8.2.4	拉深件的工艺性	230	9.5.2	硬质合金模具设计要求	266
8.3	圆筒形件拉深的工艺计算	231	9.6	多工位级进模	266
8.3.1	毛坯尺寸的计算	231		实训与练习	268
8.3.2	拉深次数的确定	232	<b>第 10 章</b>	<b>冲压模具制造与装配</b>	269
8.3.3	工序件尺寸的计算	235	10.1	概述	269
8.3.4	拉深力与压边力的确定	235	10.2	冲裁模的制造与装配	271
8.4	拉深模工作部分设计	237	10.2.1	凸、凹模技术要求与 加工特点	271
8.4.1	凸、凹模结构设计	237	10.2.2	凸、凹模加工	271
8.4.2	拉深模具间隙	239	10.2.3	其他零件加工	274
8.4.3	凸、凹模工作部分的尺寸 和公差	240	10.2.4	模具零件的连接方法	277
8.4.4	压边装置	241	10.2.5	模具间隙及位置的控制	279
8.5	拉深模的典型结构	243	10.2.6	模具的装配	280
8.5.1	首次拉深模	243	10.2.7	模具装配举例	281
8.5.2	以后各次拉深模	244	10.2.8	试模与调整	283
8.5.3	落料拉深复合模	244	10.3	弯曲模的制造与装配	284
8.6	带凸缘筒形件的拉深简介	245	10.3.1	凸、凹模技术要求与 加工特点	285
8.6.1	窄凸缘筒形件的拉深	246	10.3.2	凸、凹模加工	285
8.6.2	宽凸缘筒形件的拉深	246	10.3.3	试模与调整	285
	实训与练习	249	10.4	拉深模的制造与装配	286
<b>第 9 章</b>	<b>其他冲压工艺与模具</b>	250	10.4.1	凸、凹模技术要求与 加工特点	287
9.1	校形	250	10.4.2	凸、凹模加工	287
9.1.1	校平	250	10.4.3	试模与调整	288
9.1.2	整形	252		实训与练习	290
9.2	翻边	252	<b>参考文献</b>		291
9.2.1	内孔翻边	253			
9.2.2	外缘翻边	256			
9.3	胀形	257			

# 绪论

## 【学习目标】

1. 掌握模具的含义及其功能
2. 熟悉模具的分类及应用
3. 了解模具制造的特点
4. 熟悉模具加工方法

## 0.1

### 模具及其功能

#### 1. 模具

模具是工业产品生产用的工艺装备，主要应用于制造业和加工业。它是和冲压、锻造、铸造成形机械，以及和塑料、橡胶、陶瓷等非金属材料制品成型加工用的成形机械相配套，作为成形工具来使用的。

模具属于精密机械产品，因为它主要由机械零件和机构组成，如成形工作零件（凸模、凹模），导向零件（导柱、导套等），支承零件（模座等），定位零件等；送料机构，抽芯机构，推（顶）料（件）机构，检测与安全机构等。

为提高模具的质量、性能、精度和生产效率，缩短制造周期，模具组合多由标准零、部件组成。所以，模具应属于标准化程度较高的产品。一副中小型冲模或塑料注射模，其构成的标准零、部件可达70%，其工时节约率可达25%~45%。

#### 2. 模具的功能

现代产品生产中，模具由于其加工效率高，互换性好，节约原材料，所以得到很广泛的应用。现代工业产品的零件，广泛采用冲压、成形锻造、压铸成形、挤压成形、塑料注射或其他成形

加工方法,和成型模具相配套,经单工序或多道成形工序,使材料或坯料成形加工成符合产品要求的零件,或成为精加工前的半成品件。如汽车覆盖件,须采用多副模具进行冲孔、拉深、翻边、弯曲、切边、修边、整形等多道工序,成形加工为合格零件;电视机外壳、洗衣机内桶是采用塑料注射方法,经一次注射成型为合格零件的;发动机的曲轴、连杆是采用锻造成形模具,经滚锻和模锻成形加工为精密机械加工前的半成品坯件的。

**大批量生产用模具:**高精度、高效率、长寿命的冲模及塑料注射成型模具,可成形加工几十万件,甚至几千万件产品零件,如一副硬质合金模具,可冲压硅钢片零件上亿件。

**通用、经济模具:**适用于多品种、少批量,或产品试制的模具,有组合冲模、快换冲模、叠层冲模、成型模具或低熔点合金成型模具等,在现代加工业中具有重要的经济价值。

**大型模具:**重量在10t以上的已很常见,有些模具重量已达30t。如大型汽车覆盖件冲模、大型曲轴锻模、大尺寸电视机外壳用塑料注射模等重量都在10t以上。

随着现代化工业和科学技术的发展,模具的应用越来越广泛,其适应性也越来越强,已成为工业国家制造工艺水平的标志和独立的基础工业体系。

## 0.2

## 模具分类及应用

模具的用途广泛,种类繁多,科学地进行模具分类,对有计划地发展模具工业,系统地研究、开发模具生产技术,促进模具设计、制造技术的现代化,充分发挥模具的功能和作用;对研究、制订模具技术标准,提高模具标准化水平和专业化协作生产水平,提高模具生产效率,缩短模具的制造周期,都具有十分重要的意义。

### 1. 模具分类

总体上说模具可分为3大类:金属板材成型模具,如冲模等;金属体积成型模具,如锻(墩、挤压)模,压铸模等;非金属材料制品用成型模具,如塑料注射模和压缩模,橡胶制品、玻璃制品、陶瓷制品用成型模具等。本教材主要讲述冲模和塑料成型模。

模具的具体分类方法很多,常用的有:按模具结构形式可分为冲模中的单工序模、复合模、级进模等,塑料成型模具中的压缩模、注射模、压注模、挤出模等;按模具使用对象可分为电工模具、汽车模具、电视机模具等;按模具材料可分为硬质合金模具和钢模等;按工艺性质可分为冲孔模、落料模、拉深模、弯曲模,塑料成型模具中的吸塑模、吹塑模等。

### 2. 模具的应用

模具的功能和应用与模具的类别、品种有着密切的关系。因为,模具和产品零件的形状、尺寸、精度、材料、材料形式、表面状态、质量和生产批量等都需相符合,要满足零件要求的技术条件,即每一个产品零件相对应的生产用模具,只能是一副或一套特定的模具。为适应模具不同的功能和用途,每一副模具都需进行创造性设计,由此造成模具结构形式多变,从而造成了模具类别和品种繁多,并具有单件生产的特征。

尽管如此,由于模具生产技术的现代化,在现代工业生产中,模具已广泛用于电动机与电器产品、电子与计算机产品、仪表、家用电器产品与办公设备、汽车、军械、通用机械等产品的生产中。其主要原因是由于模具具有以下一系列特点:

(1) 模具的适应性强。针对产品零件的生产规模和生产形式,可采用不同结构和档次的模具与之相适应。如为适应产品零件的大批量生产,可采用高效率、高精度、高寿命和自动化程度高的模具;为适应产品试制或多品种、小批量的产品零件生产,可采用通用模具,如组合冲模、快换模具(可用于柔性生产线)以及各种经济模具。

根据不同产品零件的结构、性质、精度和批量,以及零件材料和材料性质、供货形式,可采用不同类别和种类的模具与之相适应。如锻件需采用锻模,冲件需采用冲模,塑件需采用塑料成型模具,薄壳塑件需采用吸塑或吹塑模具等。

(2) 制件的互换性好。即在模具一定使用寿命范围内,合格制件(冲件、塑件、锻件等)的相似性好,可完全互换。

(3) 生产效率高。采用模具成形加工,产品零件的生产效率高。高速冲压可达1 800次/min,由于模具寿命和产品产量等因素限制,常用冲模也在200~600次/min范围内。塑件注射循环时间可缩短在1~2min内成形,若采用热流道模具进行连续注射成形,生产效率则更高,可满足塑件大批量生产的要求。采用模具进行成形加工与机械加工相比,不仅生产效率高,而且生产消耗低,可大幅度节约原材料和人力资源,是进行产品生产的一种优质、高效、低耗的生产技术。

(4) 社会效益高。模具是具有高技术含量的社会产品,其价值和价格主要取决于模具材料、加工、外购件的劳动与消耗三项直接发生的费用和模具设计与试模(验)等技术费用。后者是模具价值和市场价格的主要组成部分,其中一部分技术价值计入了市场价格,而更大一部分价值,则由模具用户和产品用户受惠变为社会效益。如电视机用模具,其模具费用仅为电视机产品价格的1/3 000~1/5 000,尽管模具的一次投资较大,但在大批量生产的每台电视机的成本中仅占极小部分,甚至可以忽略不计,而实际上,很大一部分的模具价值为社会所拥有,变成了社会财富。

模具是现代工业生产中广泛应用的优质、高效、低耗、适应性很强的生产技术,或称成型工具、成型工装产品。模具是技术含量高、附加值高、使用广泛的新技术产品,是价值很高的社会财富。

## 0.3

### 模具制造特点

现代工业产品的生产对模具要求越来越高,模具结构日趋复杂,制造难度日益增大。模具制造正由过去的劳动密集和主要依靠工人的手工技巧及采用传统机械加工设备转变为技术密集,更多地依靠各种高效、高精度的数控切削机床、电加工机床,从过去的机械加工时代转变成机电结合加工以及其他特殊加工时代,模具钳工量正呈逐渐减少之势。现代模具制造集中了制造技术的精华,体现了先进的制造技术,已成为技术密集型的综合加工技术。

一般说来,模具制造属于单件生产。尽管采取了一些措施,如模架标准化、毛坯专用化、零件商品化等,适当集中模具制造中的部分内容,使其带有批量生产的特点,但对整个模具制造过程,尤其对工作零件的制造仍然属于单件生产。其制造具有以下特点。

- (1) 形状复杂,加工精度高,因此需应用各种先进的加工方法(如数控铣、数控电加工、坐标镗、成形磨、坐标磨等)才能保证加工质量。
- (2) 模具材料性能优异,硬度高,加工难度大,需要先进的加工设备和合理安排加工工艺。
- (3) 模具生产批量小,大多具有单件生产的特点。应多采用少工序、多工步的加工方案,即工序集中的方案;不用或少用专用工具加工。
- (4) 模具制造完成后均需调整和试模,只有试模成形出合格制件后,模具制造方算合格。

现代模具设计一般是在模具标准化和通用化的基础上进行的,所以模具制造主要有 3 项工作。

- (1) 模具工作零件的制造。
- (2) 配购通用、标准件及进行补充加工。
- (3) 进行模具装配和试模。

其中,模具工作零件的制造和模具装配是重点。

# 0.4

## 模具加工方法

在模具制造中,按照零件结构和加工工艺过程的相似性,通常可将各种模具零件大致分为工作型面零件、板类零件、轴类零件、套类零件等。其加工方法主要有机械加工、特种加工两大类,机械加工方法主要是指各类金属切削机床的切削加工,采用普通及数控切削机床进行车、铣、刨、镗、钻、磨加工可以完成大部分模具零件加工,再配以钳工操作,可实现整套模具的制造。机械加工方法是模具零件的主要加工方法,即使是模具的工作零件采用特种加工方法加工,也需要用机械加工的方法进行预加工。

随着模具质量要求的不断提高,高强度、高硬度、高韧性等特殊性能的模具材料的不断出现和复杂型面、型孔的不断增多,传统的机械加工方法已难以满足模具加工的要求。因而,直接利用电能、热能、光能、化学能、电化学能、声能等特种加工的工艺方法得到了很快的发展,目前以电加工为主的特种加工方法在现代模具制造中已得到了广泛应用,它是对机械加工方法的重要补充。

模具常用的加工方法如表 0-1 所示。

表 0-1 模具常用的加工方法

类 别	加 工 方 法	机 床	使 用 工 具	适 用 范 围
切削加工	平面加工	龙门刨床	刨刀	对模具坯料进行六面加工
		牛头刨床	刨刀	
		龙门铣床	端面铣刀	



续表

类别	加工方法	机床	使用工具	适用范围
	车削加工	车床	车刀	各种模具零件
		NC 车床	车刀	
		立式车床	车刀	
切削加工	钻孔加工	钻床	钻头、铰刀	加工模具零件的各种孔
		横臂钻床	钻头、铰刀	
		铣床	钻头、铰刀	
		数控铣床	钻头、铰刀	
		加工中心	钻头、铰刀	
		深孔钻	深孔钻头	加工注塑模冷却水孔
	镗孔加工	卧式镗床	镗刀	镗削模具中的各种孔
		加工中心	镗刀	
		铣床	镗刀	
		坐标镗床	镗刀	镗削高精度孔
	铣加工	铣床	立铣刀、端面铣刀	铣削模具各种零件
		NC 铣床	立铣刀、端面铣刀	
		加工中心	立铣刀、端面铣刀	
		仿形铣床	球头铣刀	进行仿形加工
		雕刻机	小直径立铣刀	雕刻图案
磨削加工	平面磨床	砂轮	模板各平面	
	成形磨床	砂轮	各种形状模具零件的表面	
	NC 磨床	砂轮		
	光学曲线磨床	砂轮		
	坐标磨床	砂轮	精密模具型孔	
	内、外圆磨床	砂轮	圆形零件的内、外表面	
	万能磨床	砂轮	可实施锥度磨削	
电加工	型腔电加工	电极	用切削方法难以加工的部位	
	线切割加工	线电极	精密轮廓加工	
	电解加工	电极	型腔和平面加工	
抛光加工	手持抛光工具	各种砂轮	去除铣削痕迹	
	抛光机或手工	锉刀、砂纸、油石、抛光剂等	对模具零件进行抛光	
非切削加工	挤压加工	压力机	挤压凸模	难以进行切削加工的型腔
	铸造加工	铍铜压力铸造	铸造设备	铸造塑料模型腔
		精密铸造	石膏模型、铸造设备	
	电铸加工	电铸设备	电铸母型	精密注塑模型腔
表面装饰纹加工	蚀刻装置	装饰纹样板	加工注塑模型腔表面	

表 0-2~表 0-4 所示为模具上常见孔、平面和外圆表面的加工方案,可供制定工艺时参考。